

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 748 653 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
18.12.1996 Bulletin 1996/51

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **B01J 31/02**

(21) Numéro de dépôt: **96401184.5**

(22) Date de dépôt: **04.06.1996**

(84) Etats contractants désignés:  
**DE GB IT NL**

(30) Priorité: **16.06.1995 FR 9507328**

(71) Demandeur: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE**  
**92502 Rueil-Malmaison (FR)**

(72) Inventeurs:

- Chauvin, Yves  
78230 Le Pecq (FR)
- Mussmann, Lothar  
63457 Hanau-Wolfgang (DE)
- Olivier, Hélène  
92500 Rueil Malmaison (FR)

(54) **Nouvelle composition catalytique à base de complexes de métaux de transition et procédé pour l'hydrogénation des composés insaturés**

(57) Nouvelle composition catalytique comprenant au moins un sel d'ammonium et/ou de phosphonium quaternaire dont l'anion est choisi dans le groupe formé par le tétrafluoroborate, le tétrachloroborate, l'hexafluorophosphate, l'hexafluoroantimonate, l'hexafluoroarsénate, le trifluorosulfonate, le fluorosulfonate, le tétrachloroaluminate, le dichlorocuprate, le trichlorozincate

et au moins un complexe d'un métal de transition des groupes 8 et 9, c'est-à-dire le fer, le ruthénium, le cobalt, le rhodium et l'iridium, le nickel, le palladium et le platine. Application à l'hydrogénation totale ou sélective de composés insaturés tels les monooléfines, les dioléfiniques, les acétyléniques, les aromatiques, les aromatiques polynucléaires, hydrogénation pouvant être accompagnée d'isomérisation.

**EP 0 748 653 A1**

## Description

L'objet de la présente invention est une nouvelle composition catalytique et son utilisation pour l'hydrogénation et l'isomérisation de composés insaturés, la dite composition résultant de l'interaction d'un sel organique-inorganique liquide à la température de réaction, qu'on appellera par la suite "sel fondu", et d'un complexe d'un métal de transition des groupes 8, 9 et 10.

On connaît un très grand nombre de complexes de métaux de transition des groupes 8 et 9 susceptibles de catalyser l'hydrogénation de composés insaturés et qui sont solubles dans des solvants organiques compatibles, ou dans les réactifs et dans les produits issus de l'hydrogénation. Ces catalyseurs ont fait l'objet d'un article dans Principle and Applications of Organotransition Metal Chemistry de J.P. Collman, University Science Books, Mill Valley, U.S.A.

Il a été décrit dans le brevet U.S. 3.565.823 une composition consistant en une dispersion continuée d'un composé notamment d'un métal de transition dans un sel d'étain ou de germanium et d'un ammonium ou d'un phosphonium quaternaire. Dans le brevet U.S. 3.657.368 a été décrit un procédé d'hydrogénation des oléfines et dans le brevet U.S. 3.919.271 un procédé d'hydrogénation des nitriles utilisant tous deux la composition précédente. Dans le brevet U.S. 3.832.391 a été revendiqué un procédé de carbonylation des oléfines par la même composition.

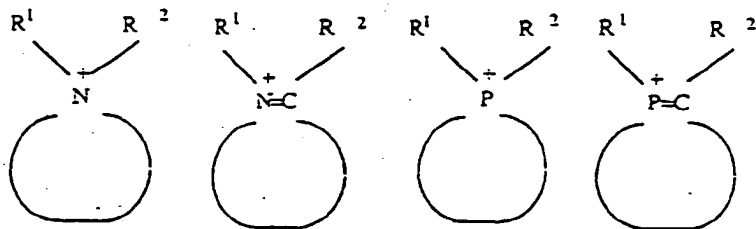
Les compositions précédemment décrites présentent le désavantage d'avoir un point de fusion relativement élevé, la réaction d'hydrogénation ayant alors lieu par exemple à 150°C.

Il a maintenant été trouvé que les complexes de métaux de transition des groupes 8 et 9 en particulier les complexes du ruthénium, du rhodium et de l'iridium, associés à un sel organique-inorganique liquide à basse température sont susceptibles d'hydrogéner les composés insaturés.

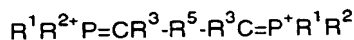
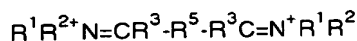
Un objet de l'invention est une composition catalytique comprenant au moins un composé d'un métal de transition des groupes 8, 9 en particulier les complexes du ruthénium, du rhodium et de l'iridium et au moins un sel d'ammonium et/ou de phosphonium quaternaire, ladite composition résultant de la dissolution, du moins en partie, d'un composé d'un métal de transition dans un "sel fondu".

Un autre objet de l'invention est un procédé pour l'hydrogénation des doubles ou triples liaisons entre carbone des composés insaturés, procédé dans lequel le ou les composés insaturés sont mis au contact d'un complexe d'un métal de transition des groupes 8 et 9 en particulier du ruthénium, du rhodium et de l'iridium, ledit composé étant dissous au moins en partie dans un "sel fondu". Ledit milieu "sel fondu" est constitué d'un cation organique et d'un anion minéral. Les produits issus de l'hydrogénation sont peu ou pas solubles dans la composition catalytique.

Les "sels fondus" selon l'invention, sont non aqueux, à caractère ionique et ont pour formule générale  $Q^+ A^-$  dans laquelle  $Q^+$  représente un ammonium quaternaire et/ou d'un phosphonium quaternaire et  $A^-$  représente tout anion connu susceptible de former un sel liquide à basse température c'est-à-dire en dessous de 150°C et avantageusement d'au plus 80°C, et de préférence en dessous 50°C tels les ions, tétrafluoroborate, tétrachloroborate, hexafluorophosphate, hexafluoroantimonate, hexafluoroarsénate, trifluorométhylsulfonate, fluorosulfonate, tétrachloroaluminate, dichlorocuprate, trichlorozincate. Il pourrait être également employés des anions choisis dans le groupe formé par le trichlorocuprate, le tétrachlorocuprate, l'heptachloroaluminate, le décachloroaluminate. Une composition catalytique particulière ne contient pas les ions aluminate. Sont exclus de l'invention les anions halogénures et hydroxyde. Les ammonium et/ou phosphonium quaternaires répondent de préférence aux formules générales  $NR^1R^2R^3R^4+$  et  $PR^1R^2R^3R^4+$ , ou aux formules générales  $R^1R^2N=CR^3R^4+$  et  $R^1R^2P=CR^3R^4+$  où  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  et  $R^4$ , identiques ou différents, représentent l'hydrogène à l'exception du cation  $NH_4^+$  et de préférence un seul substituant peut représenter l'hydrogène, ou des restes hydrocarbyles ayant de 1 à 12 atomes de carbone, par exemple des groupements alkyles, saturés ou non saturés, cycloalkyles ou aromatiques, aryl ou aralkyl, comprenant de 1 à 12 atomes de carbone. Les ammonium et/ou phosphonium peuvent également être dérivés d'hétérocycles azotés ou phosphorés comportant 1, 2 ou 3 atomes d'azote et/ou de phosphore, de formule générales:



dans lesquelles les cycles sont constitués de 4 à 10 atomes, de préférence 5 à 6 atomes,  $R^1$  et  $R^2$  étant définis comme précédemment. L'ammonium ou le phosphonium quaternaire peuvent également être un cation de formule:



dans laquelle  $R^1, R^2, R^3$ , identiques ou différents sont définis comme précédemment et  $R^5$  représente un reste alkylène ou phénylène. Parmi les groupements  $R^1, R^2, R^3$  et  $R^4$  on mentionnera les radicaux méthyl, éthyl, propyl, isopropyl, butyl, secondaire butyl, tertiaire butyl, amyl, méthylène, éthylidène, phényl ou benzyl;  $R^5$  pourra être un groupement méthylène, éthylène, propylène ou phénylène. Le cation ammonium et/ou phosphonium est choisi de préférence dans le groupe formé par le N-butylpyridinium, le N-éthylpyridinium, le butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le diéthylpyrazolium, l'éthyl-3 méthyl-1 imidazolium, le pyridinium, le triméthylphénylammonium, l'éthyl-3 méthyl-1 imidazolium, le tétrabutylphosphonium. A titre d'exemples des sels utilisables selon l'invention on peut citer l'hexafluorophosphate de N-butylpyridinium, le tétrafluoroborate de N-éthyl pyridinium, le tétrafluoroborate de tétrabutylphosphonium, l'hexafluoroantimonate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, l'hexafluorophosphate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le trifluorométhylsulfonate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le fluorosulfonate de pyridinium, l'hexafluorophosphate de triméthylphénylammonium, le tétrachloroaluminate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, l'heptachloroaluminate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le chlorure de triméthylphényl ammonium, le chlorure d'éthyl-3 méthyllimidazolium, le bromure de tétrabutylphosphonium, le chlorure de N-butylpyridinium, le bromure de N-éthylpyridinium, le chlorure de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le chlorure de diéthylpyrazolium, le chlorhydrate de pyridinium. Ces sels peuvent être utilisés seuls ou en mélange. Ils ont une fonction de solvant. En conséquence, le solvant de la composition catalytique contient majoritairement ledit (lesdits) sel(s). Si d'autres solvants sont présents, leur fonction essentielle est de permettre la mise en solution du composé du métal de transition avant son mélange avec le sel.

Les composés des métaux de transition utilisables selon l'invention sont de façon générale tous les complexes des métaux de transition connus de l'homme de l'art. Ce sont des composés zéro, mono, di ou trivalents dans lesquels le métal choisi dans le groupe formé par Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, avantageusement dans le groupe formé par Ru, Rh, Ir, Co, Pt, Pd, et de préférence Ru, Rh, Ir, peut être lié par exemple à des ions halogénures, hexafluorophosphate, hexafluoroarsenate, tétrafluoroborate, tétrachloroborate, etc... hydruure, et des ligands hydrocarbonés tels que cyclopentadiényles et cyclopentadiényles substitués, acétylacétonates et acétylacétonates substitués, ou encore à des ligands neutres tels les phosphines tertiaires, les diphosphines ditertiaires, les phosphites, les oléfines, l'oxyde de carbone, les nitriles. Ces complexes selon l'invention peuvent être mononucléaires ou polynucléaires, neutres ou ioniques. Ils peuvent renfermer un ligand chiral. A titre d'exemple parmi les complexes utilisables selon l'invention on peut citer  $RuH_4(PPh_3)_2$ ,  $RhCl(PPh_3)_3$ ,  $[Rh(norbornadiène)(PPh_3)_2]^+ [PF_6]^-$ ,  $IrCl(PPh_3)_3$ ,  $HRh(CO)(PPh_3)_3$ ,  $(C_5H_5)RhCl_2$ ,  $Rh(C_5Me_5)Cl_2(Ph_2PCH_2COPh)$ ,  $IrCl(CO)(PPh_3)_2$ ,  $[Rh(norbornadiène)(PPh_3)(Ph_2PCH_2COPh)]^+ [PF_6]^-$ ,  $[Rh(norbornadiène)(bis(diphénylphosphino)éthane)]^+ [PF_6]^-$ ,  $[Rh(norbornadiène)(bis(diphénylarsino)éthane)]^+ [PF_6]^-$ ,  $[Rh(norbornadiène)(DIOP)]^+ [PF_6]^-$ ,  $[Ru(norbornadiène)(C_5Me_5)]^+ [BF_4]^-$ ,  $[(C_6Me_6)RuCl_2]_2$ ,  $[(C_6H_6)RuCl_3Ru(C_6H_6)]PF_6$ ,  $[RhCl(cyclooctène)]_2$ .

Ces complexes peuvent être préparés en dehors du milieu réactionnel et y être introduits pour la réaction. Ils peuvent également être formés in situ, dans le milieu réactionnel, par introduction des composants nécessaires à leur formation. D'autres composés des métaux de transition sont utilisables, tels que les sels inorganiques, oxydes, hydroxydes, des sels organiques.

D'une façon générale, la composition catalytique peut contenir un solvant organique comme les hydrocarbures aromatiques ou des composés hydrocarbonés mais ce solvant organique est en quantité inférieure à celle du sel fondu. La composition catalytique ne contient pas d'eau.

La concentration du composé du complexe de métal de transition dans le "sel fondu" est avantageusement comprise entre 1 mmole de complexe par litre de "sel fondu" et 500 mmoles par litre, de préférence entre 2 et 200 mmoles par litre, et encore entre 2 et 100, voire 2 à 50.

Les composés entrant dans la composition selon l'invention, peuvent être mélangés dans un ordre quelconque, à une température supérieure à  $-20^\circ C$ , généralement comprise entre  $-20^\circ C$  et au plus  $150^\circ C$ , et de préférence  $-20^\circ C$  à  $140^\circ C$  et avantageusement de  $0^\circ C$  à  $120^\circ C$ , voire  $0-80^\circ C$  ou  $0-50^\circ C$ .

Un autre objet de l'invention est un catalyseur à base d'un support imprégné avec la composition catalytique précédemment décrite.

Le support présente généralement une surface spécifique de 0,01 à  $1500 \text{ m}^2/\text{g}$ , de préférence 0,01 à  $150 \text{ m}^2/\text{g}$ , ou mieux 0,01 à  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ . Son volume poreux total est généralement de 0,005 à  $1,5 \text{ cm}^3/\text{g}$ , de préférence 0,005 à  $1 \text{ cm}^3/\text{g}$ , ou mieux 0,005 à  $0,8 \text{ cm}^3/\text{g}$ .

Il est choisi parmi les supports organiques ou minéraux, tels que par exemple les résines macroréticulaires, les résines perfluorées, le charbon, les oxydes  $SiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $SnO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ , ou  $HfO_2$  ou toute combinaison de ces oxydes.

Le procédé de préparation du catalyseur comprend au moins une calcination du support à une température préférée de 200-600°C, suivi de l'impregnation avec la solution catalytique selon toute méthode connue de l'homme du métier.

L'invention a également pour objet un procédé d'hydrogénation d'un composé insaturé à l'aide d'une composition catalytique ou d'un catalyseur tels que précédemment définis.

Les composés insaturés susceptibles d'être hydrogénés selon l'invention sont les oléfines simples, les dioléfinés et en particulier les dioléfinés conjugués, les composés acétyléniques, les hydrocarbures aromatiques notamment polynucléaires. Ils peuvent contenir un ou des hétéroatomes notamment insaturés comme la fonction cétone ou carboxylique. A titre d'exemple on peut citer l'hydrogénation du butène en butane, du pentène en pentane, du 1,3-butadiène en butène, du vinylacétylène en butadiène, de l'isoprène en 2-méthylbutène, du 1,5-cyclooctadiène en cyclooctène, du 1,5,9-cyclododécatriène en cyclododécène, de l'anthracène en tétrahydroanthracène. L'hydrogénation peut être totale ou sélective, par exemple des dioléfinés en monooléfinés. L'hydrogénation peut être accompagnée d'une isomérisation, par exemple du 1-butène en 2-butène, du 1-pentène en 2-pentène.

Dans le procédé d'hydrogénation, le composé insaturé pourra être utilisé pur ou dilué par des hydrocarbures saturés ou insaturés tels que ceux qu'on trouve dans les "coupes" issues des divers procédés de raffinage des hydrocarbures comme par exemple les butanes et/ou des butènes avec le butadiène.

La température à laquelle se fera l'hydrogénation sera comprise entre - 10°C et 200°C, avantageusement la température est inférieure à 150°C, de préférence entre +10°C et moins de 150°C. La pression totale ou partielle d'hydrogène peut être comprise entre la pression atmosphérique ou une pression inférieure à la pression atmosphérique, et 20 MPa, de préférence entre la pression atmosphérique et 10 MPa.

La réaction catalytique d'hydrogénation des composés insaturés peut être conduite en système fermé, en système semi-ouvert ou en continu avec un ou plusieurs étages de réaction. A la sortie du réacteur la phase organique contenant les produits de réaction est séparée avantageusement par simple décantation de la phase polaire catalytique contenant le "sel fondu" et la majeure partie du catalyseur. La phase polaire qui contient au moins en partie le catalyseur, est, au moins en partie, retournée au réacteur, l'autre partie étant traitée pour éliminer les résidus du catalyseur.

Les composés insaturés auxquels le procédé peut avantageusement s'appliquer sont, par exemple, les butènes, les pentènes, le butadiène, l'isoprène, le pipérylène, le 1,5-cyclooctadiène.

Les exemples suivants illustrent l'invention sans en limiter la portée:

#### EXEMPLE 1

Dans un réacteur en verre à double enveloppe d'une contenance de 50 mL purgé de l'air et de l'humidité et placé sous la pression atmosphérique d'hydrogène, on a introduit 4mL d'hexafluorophosphate de butylméthylimidazolium, 43,2 mg (0.05 mmole) du complexe  $[Rh(\text{norbomadiène})(PPh_3)_2]^+PF_6^-$  dissous dans 2 mL d'acétone et 2 mL de 1-pentène. On observe la présence de deux phases liquides la phase inférieure limpide étant colorée en brun et la phase hydrocarbonée incolore. On a porté la pression d'hydrogène à 0,1 MPa et la température à 30°C et on a mis l'agitation en route. Après 2 heures on a arrêté l'agitation et on a laissé se décanter le mélange; on a soutiré la phase hydrocarbonée surnageante. La conversion du 1-pentène était de plus de 99 %, le pentane représentant 35% des produits et les 2-pentènes 65%. On a introduit une nouvelle charge de 1-pentène; après 2 heures de réaction la conversion du 1-pentène était de plus de 99 %. On a recommencé 3 fois la réaction en utilisant le même sel contenant le même complexe du rhodium avec les mêmes résultats, sans perte apparente de rhodium.

#### EXEMPLE 2

On a repris le sel de l'exemple précédent contenant le complexe du rhodium et on a éliminé les composés organiques volatils en tirant sous vide. Sous atmosphère d'hydrogène on a introduit 2 mL de 1-pentène puis on a opéré dans les conditions du même exemple. On a obtenu les mêmes résultats et l'essai a pu être recommencé 3 fois.

#### EXEMPLE 3

On a opéré comme dans l'exemple 1 à ceci près qu'on n'a pas introduit d'acétone. La phase polaire était colorée en brun et la phase hydrocarbonée incolore. La conversion était de 95 % et le pentane représentait 56 % des produits. On a recommencé l'essai 3 fois avec les mêmes résultats.

#### EXEMPLE 4

On a repris le sel de l'exemple précédent contenant le complexe du rhodium duquel on a éliminé les composés organiques volatils en tirant sous vide. Sous atmosphère d'hydrogène on a introduit 5 mL d'heptane et 2 mL de 1-pentène

puis on a opéré dans les conditions du même exemple. La phase organique était incolore. La conversion était de plus de 99 % et le pentane représentait 62 % des produits.

#### EXEMPLE 5

On a repris le sel de l'exemple précédent contenant le complexe du rhodium du quel on a éliminé les composés organiques volatils en tirant sous vide. Sous atmosphère d'hydrogène on a introduit 18,4 mmoles de 1,3-cyclohexadiène. Dans les conditions de l'exemple 1 la conversion du cyclohexadiène était de 92,3 %, le cyclohexène représentant 90 % des produits.

#### EXEMPLE 6

On a opéré comme dans l'exemple 3 à ceci près qu'on a remplacé les 4 mL d'hexafluorophosphate de butylméthylimidazolium par 4 mL d'hexafluoroantimonate de butylméthylimidazolium. La phase polaire était colorée en rouge-brun et la phase organique incolore. La conversion était de 96 % le pentane représentant 83 % des produits et les 2-pentènes 17 %. On a recommencé l'essai 3 fois avec la même "sel fondu" et le même complexe du rhodium, avec les mêmes résultats.

#### EXEMPLE 7

On a opéré comme dans l'exemple 1 à ceci près qu'on a remplacé le complexe  $[\text{Rh}(\text{norbornadiène})(\text{PPh}_3)_2]^+\text{PF}_6^-$  par 0.05 mmole du complexe  $[(\text{norbornadiène})\text{Rh}(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{COPh})(\text{PPh}_3)]^+[\text{PF}_6]^-$ . La phase inférieure était colorée en orangé et la phase hydrocarbonée était incolore. Après 2 heures d'agitation le milieu a été décanté, la phase hydrocarbonée soutirée. La conversion du 1-pentène était de 98%. L'opération a été recommencée après avoir éliminé les composés organiques volatils en tirant sous vide, puis une autre fois en introduisant 5 mL d'heptane. Les résultats ont été identiques à ceux de l'essai initial..

#### EXEMPLE 8

Dans un réacteur en verre à double enveloppe d'une contenance de 50 mL purgé de l'air et de l'humidité et placé sous la pression atmosphérique d'hydrogène, on a introduit 4 mL d'hexafluoroantimonate de butylméthylimidazolium, 0.05 mmole du complexe  $[(\text{norbornadiène})\text{Rh}(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{COPh})(\text{PPh}_3)]^+[\text{PF}_6]^-$  et 2 mL de 1-pentène. On observe la présence de deux phases liquides la phase inférieure limpide étant colorée en brun et la phase hydrocarbonée incolore. On a porté la pression à 0,1 MPa et la température à 30°C et on a mis l'agitation en route. Après 2 heures on a arrêté l'agitation et on a laissé se décanter le mélange; on a soutiré la phase hydrocarbonée surnageante. La conversion du 1-pentène était de 81 %, le pentane représentant 27 % des produits et les 2-pentènes 73 %. On a recommencé 2 fois la réaction en utilisant le même sel contenant le même complexe du rhodium avec les mêmes résultats, sans perte apparente de rhodium.

#### EXEMPLE 9

Dans un réacteur en verre à pression d'une contenance de 50 mL purgé de l'air et de l'humidité et placé sous la pression atmosphérique d'hydrogène, on a introduit les 4 mL du sel ayant servi à l'exemple 5 et contenant le complexe du rhodium et du quel on a éliminé les composés organiques volatils en tirant sous vide. Sous atmosphère d'hydrogène on a introduit 81,5 mg d'anthracène dissous dans 5 mL de benzène. On observe la présence de deux phases liquides la phase inférieure limpide étant colorée en orangé-brun et la phase hydrocarbonée incolore. On a porté la pression d'hydrogène à 0.5 MPa et la température à 60°C et on a mis l'agitation en route. Après 15 heures on a arrêté l'agitation et on a laissé se décanter le mélange; on a soutiré la phase hydrocarbonée surnageante. La conversion de l'anthracène était de 74 %, 70 % étant constitués de tétrahydroanthracène et le reste de dihydroanthracène.

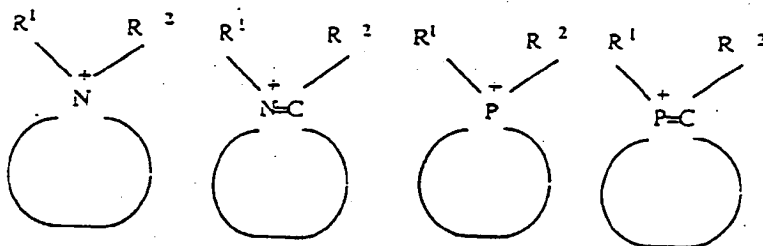
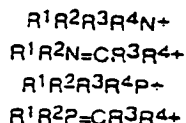
#### EXEMPLE 10

Dans un réacteur en verre à pression d'une contenance de 50 mL purgé de l'air et de l'humidité et placé sous la pression atmosphérique d'hydrogène, on a introduit 4 mL d'hexafluoroantimonate de butylméthylimidazolium et 0.05 mmole du complexe  $[\text{Rh}(\text{norbornadiène})(\text{PPh}_3)_2]^+\text{PF}_6^-$ , mélange qui avait servi préalablement à l'hydrogénation du 1-pentène et du quel on avait éliminé les composés organiques volatils en tirant sous vide. Sous atmosphère d'hydrogène on a introduit 81,5 mg d'anthracène dissous dans 5 mL de benzène. On observe la présence de deux phases liquides la phase inférieure limpide étant colorée en orangé-brun et la phase hydrocarbonée incolore. On a porté la

pression d'hydrogène à 0.5 MPa et la température à 60°C et on a mis l'agitation en route. Après 21 heures on a arrêté l'agitation et on a laissé se décanter le mélange; on a soutiré la phase hydrocarbonée surnageante. La conversion de l'anthracène était de 54 %, 88 % étant constitués de tétrahydroanthracène et le reste de dihydroanthracène.

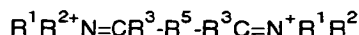
## Revendications

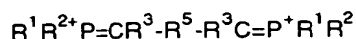
1. Composition catalytique comprenant un solvant non-aqueux à caractère ionique liquide à une température inférieure à 150°C, contenant majoritairement au moins un sel d'ammonium et/ou de phosphonium quaternaire de formule générale  $Q^+A^-$ , dans laquelle  $Q^+$  représente un ammonium quaternaire et/ou phosphonium quaternaire, et  $A^-$  représente un anion, ladite composition comprenant également au moins un composé d'au moins un métal de transition des groupes 8, 9, 10.
2. Composition catalytique selon la revendication 1, dans laquelle l'anion est choisi dans le groupe constitué par le tétrafluoroborate, le tétrachloroborate, l'hexafluorophosphate, l'hexafluoroantimonate, l'hexafluoroarsénate, le dichloro cuprate, le tétachloroaluminate, le trifluoroarsénate, le dichloro cuprate, le tétrachloroaluminate, le trifluorométhylsulfonate, le fluorosulfonate.
3. Composition catalytique selon la revendication 1 au moins un anion choisi dans le groupe constitué par l'heptachloroaluminate, le décachloroaluminate, le trichlorocuprate, le tétrachlorocuprate.
4. Composition catalytique selon l'une des revendications 1 à 3 dans laquelle le métal de transition est choisi dans le groupe constitué par le ruthénium, le rhodium, l'iridium, le cobalt, le platine et le palladium.
5. Composition catalytique selon la revendication 1 dans laquelle le métal de transition est choisi dans le groupe constitué par le tétrafluoroborate, le tétrachloroborate, l'hexafluorophosphate, l'hexafluoroantimonate, l'hexafluoroarsénate, le dichloro cuprate, le trifluorométhylsulfonate, le fluorosulfonate et le trichlorocuprate, le tétrachlorocuprate.
6. Composition catalytique selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le cation ammonium et/ou de phosphonium quaternaires sont choisis dans le groupe constitué par les cations de formule générale :



dans lesquelles  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$  identiques ou différents représentent l'hydrogène, à l'exception de  $NH_4^+$ , et des restes hydrocarbyles ayant 1 à 12 atomes de carbone, et dans lesquelles les cycles sont constitués de 4 à 10 atomes.

7. Composition catalytique selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le cation ammonium et/ou phosphonium quaternaires ont pour formules générales :





dans laquelle  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ , identiques ou différents représentent l'hydrogène ou des restes hydrocarbyles ayant 1 à 12 atomes de carbone, et  $R^5$  représente un reste alkylène ou phénylène.

8. Composition catalytique selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le cation ammonium et/ou phosphonium quaternaires sont choisis dans le groupe constitué par le N-vutylpyridinium, le N-éthylpyridinium, le butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le diéthylpyrazolium, l'éthyl-3 méthyl-1 imidazolium, le pyridinium, le triméthylphénylammonium, l'éthyl-3 méthyl-1 imidazolium, le tétrabutylphosphonium.
9. Composition catalytique selon l'une des revendications précédentes dans laquelle les sels d'ammonium et/ou de phosphonium quaternaires sont choisis dans le groupe constitué par l'hexafluorophosphate de N-butylpyridinium, le tétrafluoroborate de N-éthyl pyridinium, le tétrafluoroborate de tétrabutylphosphonium, l'hexafluoroantimonate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, l'hexafluorophosphate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le trifluorométhylsulfo-nate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le fluorosulfonate de pyridium, l'hexafluorophosphate de triméthylphény-lammonium, le tétrachloroaluminate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, l'heptachloroaluminate de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le chlorure de triméthylphényl ammonium, le chlorure d'éthyl-3 méthyl-1 imidazolium, le bromure de N,-éthylpyridinium, le chlorure de butyl-3 méthyl-1 imidazolium, le chlorure de diéthylpyrazolium, le chlorhydrate de pyridinium.
10. Composition catalytique selon les revendications précédentes dans laquelle le composé de métal de transition est un complexe de métal de transition.
11. Composition catalytique selon l'une des revendications 1, 4, ou 10, dans laquelle le métal de transition, dans le complexe, est lié à des ligands ioniques ou neutres.
12. Composition catalytique selon l'une des revendications 1 ou 4 dans laquelle les composés des métaux des groupes 8, 9 et 10 sont les chlorures, les bromures ou les iodures.
13. Composition catalytique selon l'une des revendications 10 ou 11 dans laquelle les complexes des métaux des groupes 8 et 9 sont choisis dans le groupe formé par  $RuH_4(PPh_3)_2$ ,  $RhCl(PPh_3)_3$ ,  $[Rh(norbornadiène)(PPh_3)_2]^+ [PF_6]^-$ ,  $IrCl(PPh_3)_3$ ,  $HRh(CO)(PPh_3)_3$ ,  $(C_5H_5)RhCl_2$ ,  $IrCl(CO)((h_3)_2)$ ,  $[Rh(norbornadiène)(PPh_3)(Ph_2PCH_2COPh)]^+ [PF_6]^-$ ,  $[Rh(norbornadiène)(bisdiphénylphosphinoéthane)]^+ [PF_6]^-$ ,  $[Rh(norbornadiène)(bisdiphénylarsinoéthane)]^+ [PF_6]^-$ ,  $[Ru(norbornadiène)(C_5Me_5)]^+ [BF_4]^-$ ,  $C_6Me_6RuCl_2$ ,  $[(C_6H_6)RuCl_3Ru(C_6H_6)]^+ PF_6^-$ .
14. Composition catalytique selon l'une des revendications précédentes dans laquelle la concentration du complexe des métaux de transition des groupes 8 à 10 par rapport au sel d'ammonium et/ou de phosphonium est de 1 à 500 mmoles par litre.
15. Catalyseur à base d'un support poreux organique ou minéral, imprégné par la composition catalytique selon l'une des revendications 1 à 14.
16. Procédé pour l'hydrogénation des doubles ou triples liaisons entre atomes de carbone des composés insaturés en présence d'une composition catalytique selon l'une au moins des revendications 1 à 14.
17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel la composition catalytique a été imprégnée sur un support poreux organique ou minéral.
18. Procédé selon l'une des revendications 16 ou 17 dans lequel le composé insaturé est une monooléfine.
19. Procédé selon l'une des revendications 16 ou 17 dans lequel le composé insaturé est une dioléfine, ou un composé acétylénique.
20. Procédé selon la revendication 19 dans lequel la dioléfine ou le composé acétylénique est hydrogéné sélectivement en monooléfine.
21. Procédé selon l'une des revendications 16 ou 17 dans lequel le composé insaturé est un composé aromatique

polynucléaire.

22. Procédé selon la revendication 21 dans lequel le composé aromatique polynucléaire est l'anthracène.
- 5 23. Procédé selon l'une des revendications 16 ou 17 dans lequel l'hydrogénation est accompagnée d'isomérisation.
24. Procédé selon l'une des revendications 16 à 23 dans lequel la phase hydrocarbonée est séparée de la phase polaire, ladite phase polaire contenant au moins une partie du catalyseur étant au moins en partie recyclée dans le réacteur d'hydrogénation.
- 10 25. Procédé selon l'une des revendications 16 à 25 opérant entre -10 et 200°C, sous une pression comprise entre 0.1 MPa et 20 MPa.





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 96 40 1184

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 483 536 (HOECHST AG) 6 Mai 1992 * revendications 1,2; exemple 1 *	1	B01J31/02
A	EP-A-0 602 463 (HOECHST AG) 22 Juin 1994 ---		
A	EP-A-0 391 680 (BP CHEM INT LTD) 10 Octobre 1990 ---		
A	EP-A-0 296 550 (KURARAY CO) 28 Décembre 1988 ---		
A	US-A-4 169 853 (KNIFTON JOHN F) 2 Octobre 1979 ---		
A	EP-A-0 553 009 (INST FRANCAIS DU PETROL) 28 Juillet 1993 -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B01J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>23 Septembre 1996</b>	Examinateur <b>Thion, M</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 01.82 (PM029)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**